

03560.003330



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
HIROTAKE ANDO) : Examiner: Unassigned
Application No.: 10/608,108) : Group Art Unit: Unassigned
Filed: June 30, 2003) :
For: OPTICAL INFORMATION)
REPRODUCING APPARATUS :
HAVING A SERVO CONTROL)
CIRCUIT : October 20, 2003

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following foreign application:

2002-211261, filed July 19, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant

Registration No. 32,078

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3800
Facsimile: (212) 218-2200

CPW\gmc

DC_MAIN 147483v1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

CTG03330US

Appn. No. 10/608,108
Group
Filed - June 30, 2003

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 7月19日
Date of Application:

出願番号 特願2002-211261
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2002-211261]

出願人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2003年 8月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

【書類名】 特許願
【整理番号】 4752064
【提出日】 平成14年 7月19日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】 G11B 7/09
【発明の名称】 光学的情報再生装置
【請求項の数】 21
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社
内
【氏名】 安藤 浩武
【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫
【電話番号】 03-3758-2111
【代理人】
【識別番号】 100090538
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社
内
【弁理士】
【氏名又は名称】 西山 恵三
【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学的情報再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光スポットの半径方向位置に応じて回転数を変えることにより線速度が一定になるように光ディスクを回転制御しながら情報の記録或いは再生を行う光学的情報再生装置において、

前記光ディスクを回転制御する回路と、前記光スポットのフォーカス制御回路及びトラッキングサーボ制御回路と、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを光スポットの半径方向位置に応じて調整する回路とを有することを特徴とする光学的情報再生装置。

【請求項2】 前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向位置における定常回転数に応じてサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項3】 前記光ディスクの記録領域は半径方向に複数のゾーンに分割されており、前記回転制御回路はゾーン毎に回転数を変えることにより各ゾーン間で線速度が略一定になるように光ディスクの回転制御を行い、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、ゾーン毎にそのゾーンの定常回転数に応じてサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項4】 前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向位置に応じた偏心加速度に比例したゲインを設定することによりサーボループゲインの調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項5】 前記トラッキングサーボ制御回路は、光スポットの半径方向位置に応じて変化するサンプリング周波数で制御されるとともに、前記サーボループゲインを調整する回路は、前記トラッキング制御回路に含まれる位相補償フィルタの係数は固定した状態で光スポットの半径方向位置に応じたゲイン調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項6】 前記光ディスクは、中心から放射状に設けられたサーボ領域

を持つ、サンプルサーボディスクであり、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、前記トラッキング制御回路に含まれる位相補償フィルタの係数は固定した状態で光スポットの半径方向位置に応じたゲイン調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項7】 前記トラッキングサーボ制御回路は、前記光ディスクの全領域において一定のサンプリング周期で制御されるとともに、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向位置に応じて、前記トラッキング制御回路に含まれる位相補償フィルタの係数とゲインを調整することによりサーボループゲインの調整を行うことを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項8】 前記光ディスクの記録領域は複数のゾーンに分割されており、前記回転制御手段はゾーン毎に回転数を変えることにより各ゾーン間で線速度が略一定になるように光ディスクの回転制御を行い、各ゾーンのうち回転数が所定の回転数範囲内に収まるゾーン同士をまとめてブロック化し、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、前記ブロック毎にサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項9】 前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、最高回転数W_{max}でのサーボゲインをG_{max}としたとき、前記回転数がW_{curr}の場合にサーボゲインG_{curr}が以下の関係を満足するよう前記サーボループゲインを調整することを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

$$G_{curr} = G_{max} * W_{curr} / W_{max}$$

【請求項10】 前記フォーカスサーボ制御回路は、フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路を有し、前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路が前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを所定比率で変化させた場合、前記所定比率の平方根に比例した比率で前記フォーカシングサーボ制御回路のサーボループゲインを変化させることを特徴とする請求

項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項11】 光スポットの半径方向位置に応じて回転数を変えることにより線速度が一定になるように光ディスクを回転制御しながら光スポットにより情報の記録或いは再生を行う光学的情報再生装置において、

前記光ディスクを回転制御する回路と、前記光スポットのフォーカス制御回路及びトラッキングサーボ制御回路と、前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを光スポットの半径方向位置に応じて調整する回路とを有することを特徴とする光学的情報再生装置。

【請求項12】 前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向位置における定常回転数に応じてサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【請求項13】 前記光ディスクの記録領域は半径方向に複数のゾーンに分割されており、前記回転制御回路はゾーン毎に回転数を変えることにより各ゾーン間で線速度が略一定になるように光ディスクの回転制御を行い、前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、ゾーン毎にそのゾーンの定常回転数に応じてサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【請求項14】 前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向位置に応じた面ぶれ加速度に比例したゲインを設定することによりサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【請求項15】 前記フォーカスサーボ制御回路は、光スポットの半径方向位置に応じて変化するサンプリング周波数で制御されるとともに、前記サーボループゲインを調整する回路は、前記フォーカス制御回路に含まれる位相補償フィルタの係数は固定した状態で光スポットの半径方向位置に応じたゲイン調整を行うことを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【請求項16】 前記フォーカスサーボ制御回路は、前記光ディスクの全領域において一定のサンプリング周期で制御されるとともに、前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向位置に応

じて、前記フォーカス制御回路に含まれる位相補償フィルタの係数とゲインを調整することによりサーボループゲインの調整を行うことを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【請求項17】 前記光ディスクの記録領域は複数のゾーンに分割されており、前記回転制御手段はゾーン毎に回転数を変えることにより各ゾーン間で線速度が略一定になるように光ディスクの回転制御を行い、各ゾーンのうち回転数が所定の回転数範囲内に収まるゾーン同士をまとめブロック化し、前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、前記ブロック毎にサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【請求項18】 前記フォーカスサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、最高回転数W_{max}でのサーボゲインをG_{max}としたとき、前記回転数がW_{curr}の場合にサーボゲインG_{curr}が以下の関係を満足するよう前記サーボループゲインを調整することを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【外1】

$$G_{curr} = G_{max} \times \sqrt{\frac{W_{curr}}{W_{max}}}$$

【請求項19】 前記トラッキングサーボ制御回路は、トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路を有し、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路は、前記フォーカシングサーボ制御のサーボループゲインを調整する回路が前記フォーカシングサーボ制御のサーボループゲインを所定比率で変化させた場合、前記所定比率の2乗に比例した比率で前記トラッキングサーボ制御回路のサーボループゲインを変化させることを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【請求項20】 前記トラッキングサーボ制御のサーボゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向への移動に伴う過渡的な回転数変化に応じてサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項1に記載の光学的情報再生装置。

【請求項21】 前記フォーカシングサーボ制御のサーボゲインを調整する回路は、光スポットの半径方向への移動に伴う過渡的な回転数変化に応じてサーボループゲインを調整することを特徴とする請求項11に記載の光学的情報再生装置。

【発明の詳細な説明】

[0 0 0 1]

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学的情報再生装置（光ディスク装置）、特に、ディスクの回転数を半径方向位置により変化させ、線速度一定もしくは略線速度一定で制御するようにして、記録再生をおこなう光学的情報再生装置に関するものである。

[0 0 0 2]

【従来の技術】

従来、光ディスクの回転制御としては、線速度一定（C L V）で回転制御されるCDなどの光ディスク装置、またディスク内を複数のゾーンに分け、ゾーン間で略線速度一定（M C L V）になるように回転制御を行う光ディスク装置がある。

[0 0 0 3]

また、近年では、ディスク中心から放射状にクロックマークやウォブルマークをトラックあたりの個数一定にあらかじめ記録したディスクを用いたサンプルサーボ光ディスクを略線速度一定（MCLV）で回転させた光ディスク装置も考案され始めている。

[0 0 0 4]

図6は、従来の光ディスク装置のブロック図である。

[0 0 0 5]

7はスピンドルドライバ、18はコントローラである。

【0006】

ピックアップ2内にある図示しないレーザーから発光された光束をディスク1に照射し、その反射光を再びピックアップ2内にあるセンサーで受光し、検出回路3で電気信号に変換する。

【0007】

検出回路3の出力から、フォーカスエラー生成回路4によりフォーカスエラー信号を生成し、位相補償6、ゲイン回路7を通して、ドライバ8に供給し、ピックアップ2内にある図示しないフォーカスアクチュエータを制御し、フォーカスサーボループを構成する。同様に、検出回路3の出力から、トラックエラー生成回路9によりトラックエラー信号を生成し、位相補償11、ゲイン回路12を通して、ドライバ13に供給し、ピックアップ2内にある図示しないトラックアクチュエータを制御し、トラックサーボループを構成する。スピンドル15は、図示しないFG(Frequency Generator)信号もしくは、検出回路3からの同期信号に基づいて、スピンドル制御回路16により、コントローラ18の指示する回転数になるようにドライバ17を駆動し、スピンドル制御ループを構成する。

【0008】

CLV方式では、検出回路3でディスクからの同期信号を検出し、その信号に基づいて、線速度一定に回転制御されており、MCLV方式においては、半径方向を複数のゾーンに分け、同一ゾーン内では、FG信号もしくは、検出回路3からの同期信号に基づいてスピンドル制御回路16により、回転数一定に制御されている。どちらの場合も、ディスクは半径方向内周で高い回転数、外周に行くにしたがって低い回転数になるように制御されることで、線速度一定もしくは、略線速度一定に制御される。

【0009】

これらの、光ディスク装置において、トラッキング制御、フォーカス制御などの、制御帯域は、ディスクの規格で定められた外乱量に応じて、最大の外乱が生じた場合においても、記録再生に求められる制御誤差範囲内に制御できるよう

制御帯域に設計される。つまり、図中6、11の位相補償回路、7、12のゲイン回路は、回転数によらず設計された制御帯域に固定されている。

【0010】

図7に、ディスクのトラッキング外乱の一例を示す。図7は、ディスクの中心が回転中心に対して100umずれていた場合のディスク回転数による外乱の様子をあらわしたものである。例えば、ディスクの回転数が10Hzであった場合は、10Hzで100umの外乱があることになり、その外乱の周波数成分は、高調波成分等により図に示すようにほぼ周波数の2乗に反比例して小さくなっていく。この傾きは、ディスクの偏心加速度をあらわしており、例えば10Hzの時は、偏心加速度は、0.395m/s²、20Hzのときは、1.579m/s²のように、ディスクの偏芯が、同じ100umでも、ディスクの回転数が高くなると、外乱の周波数成分も高く（図中右方向に移動するように）なることがわかる。

【0011】

実際のディスクにおいても、ディスク中心のずれによる外乱が一番大きく、これら高調波成分を含む外乱量は、ディスクの内周、外周による差はほとんどない。

【0012】

図8にディスクのフォーカシング外乱の1例を示す。

【0013】

図8は、ディスクが平面であるとして、回転平面に対し傾いている状態で回転しているものとし、半径50mmで100umの傾きがあるものとしたときに、各半径での一定線速度2.4m/sで回転させたときの外乱の周波数特性である。外乱の周波数成分は、偏心と同じように高調波成分等により図に示すようにほぼ周波数の2乗に反比例して小さくなっていく。この傾きは、ディスクの面ぶれ加速度をあらわしており、例えば、回転数が10Hzとなるのは、半径38.2mmのところで、このときの面ぶれ加速度は、0.302m/s²で、20Hzとなるのは、半径19.1mmのところで、面ぶれ加速度は、0.603m/s²となり、回転平面に対し傾いていることによるフォーカスの外乱成分の絶対値

は、半径に比例して増加するが、線速度一定でディスクを回転させた場合、半径に反比例して回転数が低くなっていくので、結果として半径が大きいとき（回転数が低いとき）ほど外乱は小さくなっている。

【0014】

このようなディスクの外乱特性より、線速度一定（略一定）のディスク装置において、ディスクの規格は、全回転数範囲で外乱の規格を超えないように定める必要があり、結果として、最悪の条件となる最高回転数での外乱が規格として規定され、サーボループゲインはその外乱を記録再生に必要な偏差範囲に抑えるように設計されることになる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような最高回転数での外乱を抑えることを目標としてサーボループゲインを決定すると、最高回転数では問題はないが、それより低い回転数では、前出のディスクの外乱特性図からもわかるように必要以上にサーボループゲインが高くなることになる。

【0016】

サーボループゲインが必要以上に高いとそれだけ不必要的ノイズを増幅し、アクチュエータにその電流が流れることになり、不必要的電力を消費していることになる。不必要的電力は、アクチュエータの昇温、ひいては装置全体の昇温につながることになる。また、この不必要的電力は、アクチュエータの発する雑音になることもある。

【0017】

また、ディスク中心から放射状にクロックマークやウォブルマークをトラックあたりの個数一定にあらかじめ記録したサンプルサーボディスクを略線速度一定に制御するMCLV方式においては、トラックあたりのサンプル点が一定であることから、回転数が低くなると、サンプリング周波数が低くなり、回転数が高くなると、サンプリング周波数が高くなる。このことは、最高回転数（内周）の外乱を抑えることを目標としてサーボループゲインを決定すると、回転数の低い外周では、サンプリング周波数が低くなることから、サーボ系が不安定になったり

、制御不能に陥ることがあった。

【0018】

また、逆に外周でのサンプリング周波数にあわせてサーボループゲインを決定すると、内周側でサーボ偏差を許容範囲内に抑えることができないという問題があった。

【0019】

また、近年のDWDD方式など、光ディスクの高密度化に伴って、サーボ偏差を従来よりもさらに小さくする必要が生じてきている、また装置の小型化により、装置の消費電力に関しても、さらに少なくする必要が生じてきており、精度良く、かつ低消費電力でサーボ回路を実現しなければならないという大きな課題が生じていた。

【0020】

本発明の目的は、このような問題に対し、回転数に応じてサーボ制御帯域、フィルタ係数を変化させることで少ない消費電力で、十分小さなサーボ偏差に抑えられることを可能とするところにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、光スポットの半径方向位置に応じて回転数を変えることにより線速度が一定になるように光ディスクを回転制御しながら情報の記録或いは再生を行う光学的情報再生装置において、前記光ディスクを回転制御する回路と、前記光スポットのフォーカス制御回路及びトラッキングサーボ制御回路と、前記トラッキングサーボ制御のサーボループゲインを光スポットの半径方向位置に応じて調整する回路とを有することを特徴とする。

【0022】

また、光スポットの半径方向位置に応じて回転数を変えることにより線速度が一定になるように光ディスクを回転制御しながら光スポットにより情報の記録或いは再生を行う光学的情報再生装置において、

前記光ディスクを回転制御する回路と、前記光スポットのフォーカス制御回路及びトラッキングサーボ制御回路と、前記フォーカスサーボ制御のサーボループ

ゲインを光スポットの半径方向位置に応じて調整する回路とを有することを特徴とする。

【0023】

上記構成により、ディスク半径方向の光ビームの位置に応じて、半径位置による偏心または、面ぶれ加速度に応じたサーボループゲインを設定することが可能になり、必要以上にサーボループゲインが高くなることがなく、少ない消費電力で、十分小さなサーボ偏差に抑えることが可能になった。

【0024】

また、アクチュエータに不要な電流が流れないので、不必要的電力を消費せず、アクチュエータの昇温、アクチュエータの発する雑音を低減することができる。

【0025】

また、サンプルサーボディスクを略線速度一定に制御するMCLV方式においては、サーボ偏差を許容範囲内に抑えながら安定した制御を提供することできる。

【0026】

【発明の実施の形態】

(第1の実施例)

図1は、本発明を実施した光ディスク装置のブロック図である。

【0027】

図1において、1は光ディスク、2はピックアップ、3は検出回路、4はフォーカスエラー生成回路、5はAD変換機、6はフォーカス位相補償回路、7はフォーカスゲイン回路、8はフォーカスアクチュエータPWMドライバ、9はトラッキングエラー生成回路、10はAD変換機、11はトラッキング位相補償回路、12はトラックゲイン回路、13はトラックアクチュエータPWMドライバ、14はクロック検出回路、15はスピンドル、16はスピンドル制御回路、17はスピンドルドライバ、18はコントローラである。

【0028】

ディスク1は、ディスク中心から放射状にクロックマークやウォブルマークを

記録したディスクを用いたサンプルサーボ光ディスクである。

【0029】

1トラックあたり1280個のサンプルサーボ領域に、予めクロックマークやウォブルマークが記録されている。

【0030】

ピックアップ2内にある図示しないレーザーから発光された光束をディスク1に照射し、その反射光を再びピックアップ2内にあるセンサーで受光し、検出回路3で電気信号に変換する。

【0031】

検出回路3の出力から、フォーカスエラー生成回路4によりフォーカスエラー信号を生成し、AD変換機5でデジタル化し、位相補償6、ゲイン回路7でクロック検出回路14の出力するクロック周期でデジタル処理された後、PWMドライバ8に供給し、ピックアップ2内にある図示しないフォーカスクチュエータを制御し、フォーカスサーボループを構成する。

【0032】

同様に、検出回路3の出力から、トラックエラー生成回路9によりディスク1上のウォブルマークより、トラックエラー信号を生成し、AD変換機10でデジタル化し、位相補償11、ゲイン回路12でクロック検出回路14の出力するクロック周期でデジタル処理され、PWMドライバ13に供給し、ピックアップ2内にある図示しないトラックアクチュエータを制御し、トラックサーボループを構成する。

【0033】

スピンドル12は、図示しないFG信号もしくは、クロック検出回路14からの同期信号に基づいて、スピンドル制御回路16により、コントローラ18の指示する回転数になるようにドライバ17を駆動し、スピンドル制御ループを構成する。

【0034】

本実施例では、フォーカシング、トラッキング制御とともに、クロック検出回路14の出力するクロックマーク周期のサンプリングにより離散的に制御されてい

る、つまり、回転数に1トラックあたりのクロック数を乗じた周期がサンプリング周期となる。例えば、スピンドルが30Hzで回転していたとすると、それに1280を乗じて、38.4kHzがサンプリング周期となる。フォーカス制御が安定するまではクロックマークを検出することはできないので、サンプリング周期はクロックマークと位相がずれているが、クロックマーク検出後は、図示しないPLL回路などでクロックマークと同期したサンプリングとなる。フォーカシングエラー生成回路4、トラッキングエラー生成回路9の出力が、AD変換機5、10によりその周期でサンプリングされ、位相補償回路6、11に入力される。位相補償回路6、11は、デジタルフィルタで構成され、コントローラ18より設定されたフィルタ係数でフィルタ演算される。また、ゲイン回路7、12もデジタル的な掛け算器となっており、コントローラ18よりゲインを設定される。ゲイン回路7、12の出力は、PWM信号として出力され、PWMドライバ8、13に出力される。

【0035】

本実施例では、MCLV方式でディスクの回転制御がなされ、半径方向に所定トラック数毎にゾーンが分けられて、ゾーン内では一定回転数で制御され、ゾーン間では略線速度一定で制御される。シークなどでゾーンが変わるのは、各ゾーン毎に線速度一定となるようにあらかじめ決められた回転数となるよう制御され、過渡状態を経て所定回転数で定常回転状態となる。ゾーン毎の回転数は、例えば、目標線速度を V_t (m/s) とし、その線速度を各ゾーン開始位置での線速度となるように回転数を決定すると、ゾーンNの回転数 W_n (Hz) は、開始半径を R_n (m) とすると、次式で表される。

【0036】

【外2】

$$W_n = \frac{V_t}{2 \times \pi \times R_n}$$

ここで決定された回転数が、各ゾーンでの定常回転数となる。

【0037】

次に、位相補償回路6、11、ゲイン回路7、12の設定方法について説明す

る。

【0038】

まず、トラッキング制御系について説明する。

【0039】

トラッキング偏芯成分が S (u m) とすると、 W_n (Hz) で回転した場合の外乱の偏心加速度 A (m/s^2) は、

$$A = S \times (2 \times \pi \times W_n)^2$$

目標制御偏差を ϵ (u m) とすると、外乱が、この目標偏差と等しくなる周波数を f_0 とすると、

【外3】

$$f_0 = \frac{1}{2 \times \pi} \sqrt{\frac{A}{\epsilon}}$$

$$= W_n \times \sqrt{\frac{S}{\epsilon}}$$

となり、トラッキング制御帯域は、 f_0 以上なければならず、必要制御帯域 F とすると

【外4】

$$F = \beta \times f_0 = \beta \times W_n \times \sqrt{\frac{S}{\epsilon}}$$

となり、 W_n と比例していることがわかる。（ β はマージン分である）

【0040】

例えば一番回転数の高いゾーンをゾーン0として、そのときの帯域を F_{z0} 、回転数を W_0 とすると、ゾーンNでの帯域 F_{zn} は、

【外5】

$$F_{zn} = F_{z0} \times \frac{W_n}{W_0}$$

となる。コントローラ18は、この式より求めた各ゾーンにおける必要帯域に応じた、ゲイン回路のゲインテーブルをもち、ゾーン（回転数）に応じてゲイン回路12に定数を設定する。

【0041】

ここで、ゲイン回路の定数を変更するだけで帯域が変わることを説明する。図3は、内周ゾーン0での回転数で必要帯域を満たしている位相補償フィルタの係数を固定した状態で、回転数を33.3Hz（ゾーン0）、23.4Hz、16.5Hzと変化させたときの位相補償回路11及びそれ以外の部分の位相特性とゲイン特性を示している。なお、測定は、ゲイン回路12のゲインを固定した状態で行った。図3からわかるように、回転数を変化させることで、位相補償回路11の周波数特性は低い周波数へ変化していることがわかる。ゲインが固定されているので位相補償以外の周波数特性は回転数が変わっても変化しない。

【0042】

回転数を変化させると、1回転1280個のクロックマークを検出しているクロック検出回路14の出力が変化することになり、トラッキングサーボ制御のサンプリング周波数が変化することになる。位相補償回路11のフィルタ係数が固定であると、その周波数特性はサンプル周波数に応じて変化するが、ゲインが固定のままなので、結果として、サーボ帯域は高い周波数側に変化し、位相余裕（ゲイン交点周波数で、位相が-180°になるまでどれほどの余裕があるかを示すもの）は減少する。その様子を示したオープンループ特性の図を図4に示す。

【0043】

図5は、最高回転数（内周ゾーン0）で必要帯域を満たしている位相補償フィルタの係数を固定し、回転数を図3と同じように変化させ、また、ゲインを回転数に応じて変化させたときのオープンループ特性の変化を示している。図からもわかるように、サーボ帯域は、回転数が低くなるとともに、低くなり、位相余裕も十分であることがわかる。同時に、このサーボ特性は、前出の必要帯域の式を満足している。つまり、ゾーン0の回転数（33.3Hz）を1としたときの、各回転数の比は、23.4Hzで0.7、16.5Hzで0.5となり、それに応じてサーボ帯域は、2.64KHz、1.85KHz、1.30KHzのよう

に、回転数比に比例している。このとき設定するゲインは、ゾーン0との回転数の比の2乗をゾーン0のゲイン値に乘じて設定すればよい。例えば、ゾーン0の回転数が33.3 Hzで、あるゾーンの回転数が16.5 Hzとすると、その比は約0.5であるためゾーン0でのゲインに対して0.5の2乗の0.25をかけた値がそのゾーンのゲインとなる。

【0044】

ゾーン0のときのゲインを G_{z0} 、回転数を W_0 とすると、回転数 W_n で回転するゾーンNでのゲイン G_{zn} は、

【外6】

$$G_{zn} = G_{z0} \times \left(\frac{W_n}{W_0} \right)^2$$

となる。

【0045】

つまり、ゲインテーブルは、各ゾーンに応じたゾーン0に対する回転数比の2乗の値を持っていれば良く、設定するゲインはゾーン0でのゲインに各ゾーンでのゲインテーブルの値をかけることで決定できる。

【0046】

本実施例では、位相補償フィルタの係数を変化させる必要がないので、位相補償フィルタ係数用のテーブルを持つ必要がなくコントローラのROM、RAMを少なくすることが可能となる。

【0047】

また、本実施例では、サンプルサーボの場合を説明したが、半径位置に応じてサンプルサーボの場合と同じように適宜サンプリング周波数を変更し、その周波数で動作するデジタルフィルタを用いた位相補償回路を用いても同等の効果が得られる。

また、帯域の算出式は、

【外7】

$$F_{zn} = \alpha \times F_{z0} \times \frac{W_n}{W_0}$$

【0048】

のように、必要な制御誤差が確保される範囲（ α の値による）であればよい。例えば、ゾーン 0 よりも低い回転数になるにつれて、ゾーン 1 では 0.95 (もしくは 1.05)、2 では 0.9 (もしくは 1.1) のように、回転数 (ゾーン) に応じて α の値を段階的に変化させても良い。

【0049】

また、ゲイン回路 12 の定数だけでなく、位相補償回路 11 のフィルタ係数も変化させることで、より細かい帯域制御が可能である。

【0050】

この場合も、全体的なサーボ特性は、ゲインのみ変化させる場合 (図 5) と同じ様にサーボ全体を変化させることで、必要以上の無駄なサーボループゲインで制御することがない。

【0051】

次に、フォーカス制御系について説明する。

【0052】

フォーカス面ぶれ成分は、偏芯成分と異なり、半径方向でその量が異なる。例えば、ディスクが平面であるとして、回転平面に対し傾いている状態で回転しているものとし、その傾きが θ (度) であるとすると、半径 R_n での面ぶれ量は S (um) は、

$$S = R_n \times \sin \theta$$

W_n (Hz) で回転した場合の外乱の、面ぶれ加速度 A (m/s^2) は、

$$A = S \times (2 \times \pi \times W_n)^2$$

目標制御偏差を ϵ (um) とすると、外乱が、この目標偏差と等しくなる周波数を f_0 とすると、

【外8】

$$\begin{aligned}
 f_0 &= \frac{1}{2 \times \pi} \sqrt{\frac{A}{\varepsilon}} \\
 &= Wn \times \sqrt{\frac{S}{\varepsilon}} \\
 &= Wn \times \sqrt{\frac{Rn \times \sin \theta}{\varepsilon}} \\
 &= \sqrt{\frac{\sin \theta \times Vt \times Wn}{2 \times \pi \times \varepsilon}}
 \end{aligned}$$

となり、フォーカス制御帯域は、 f_0 以上なければならず、必要制御帯域 F とすると

【外9】

$$F = \beta \times f_0 = \beta \times \sqrt{\frac{\sin \theta \times Vt \times Wn}{2 \times \pi \times \varepsilon}}$$

となり、 \sqrt{Wn} と比例していることがわかる。(β はマージン分)

【0053】

例えば一番回転数の高いゾーンをゾーン0として、そのときの帯域を F_{z0} 、回転数を W_0 とすると、ゾーンNでの帯域 F_{zn} は、

【外10】

$$F_{zn} = F_{z0} \times \sqrt{\frac{Wn}{W_0}}$$

となる。コントローラ18は、各ゾーンにおける必要帯域に応じた、位相補償の定数テーブル、ゲイン回路のゲインテーブルをもち、ゾーン（回転数）に応じてフォーカス位相補償回路6、ゲイン回路7に定数を設定する。

【0054】

また、各ゾーンにおける必要帯域周波数での位相補償回路6のゲインを一定値

となるようにフィルタ係数を設定しておくと、必要帯域にするためのゲイン回路7に設定するゲインは、必要帯域比の2乗となり、必要帯域は回転数比の平方根なので、回転数比そのものを、ゾーン0でのゲインにかければよいことになる。ゾーン0のときのゲインをG_{z0}、回転数をW₀とすると、回転数W_nで回転するゾーンNでのゲインG_{zn}は、

【外11】

$$G_{zn} = G_{z0} \times \frac{W_n}{W_0}$$

となる。

【0055】

つまり、ゲインテーブルは、各ゾーンに応じてゾーン0に対する回転数比の値を持っていれば良く、設定するゲインはゾーン0でのゲインに各ゾーンでのゲインテーブルの値をかけることで決定できる。

【0056】

トラッキング制御のゲインテーブルは、回転数比の2乗の値を持っていればよかつたので、例えば、トラッキング制御のゲインテーブルの平方根をフォーカス制御のゲインテーブルとするか、また反対に、フォーカス制御のゲインテーブルを2乗することでゲインテーブルは、フォーカス制御、トラッキング制御で共通のテーブルを使用できることになり、コントローラ18のROM、RAMを少なくすることが可能となる。

【0057】

また、帯域の算出式は、

【外12】

$$F_{zn} = \alpha \times F_{z0} \times \sqrt{\frac{W_n}{W_0}}$$

のように、必要な制御誤差が確保される範囲でトラッキング制御の場合と同様の重みαをつけてもかまわない。

【0058】

また、本実施例のフォーカス制御では、サンプルサーボのサンプリングを用い

る場合を説明したが、半径位置に応じて回転数比の平方根に比例したサンプリングとなるようにに適宜サンプリング周波数を変更し、その周波数で動作するデジタルフィルタを用いた位相補償回路を用いることで、フィルタ係数を固定し、ゲインのみ変更するトラッキング制御の場合と同等の効果が得られる。

【0059】

以上説明したように、サンプルサーボにおいては、回転数によってサンプリング周期が変化するが、回転数の低い外周側ではサンプル周波数の低下にあわせサーボループゲインを下げサーボ帯域を狭くするが、ディスクの外乱が小さいのでサーボ許容範囲内に押さえ込める。また、外周側のサンプル周波数より内周のサーボループゲインを上げサーボ帯域を広くしたので、内周側の高回転時にサーボ偏差を許容範囲内に抑えることができる。半径位置に応じた、あらかじめ決められた定常回転数に応じて、サーボループゲインを決定することで、どのゾーンでも、必要以上の無駄なサーボループゲインで制御することなく、また、どの回転数においても、サンプリング周波数に対して不安定になるようなサーボループゲインを設定することがなく、十分な精度で制御が行える。

【0060】

また、少ない消費電力で装置の昇温をおさえ、アクチュエータの発する雑音を低減することが可能となる。

【0061】

また、半径方向位置（ゾーン）に応じて、サンプリング周波数を変更することで、各ゾーンで位相補償フィルタの係数を固定し、ゲインのみ変化させ、またゲインテーブルをフォーカス制御と共通化することで、コントローラのROM、RAMを少なくすることが可能となる。

【0062】

（第2の実施例）

図2は、本発明を実施した光ディスク装置のブロック図である。

【0063】

図2において、19のクロック発生器以外は同等の機能のブロックである。

【0064】

本実施例において、ディスク1は、通常のランドとグループからなる光ディスクである。

【0065】

ピックアップ2内にある図示しないレーザーから発光された光束を、ディスク1に照射し、反射光を再びピックアップ2内にあるセンサーで受光し、検出回路3で電気信号に変換する。

【0066】

検出回路3の出力から、フォーカスエラー生成回路4によりフォーカスエラー信号を生成し、AD変換機5でデジタル化し、位相補償6、ゲイン回路7でクロック発生回路19の出力するクロック周期でデジタル処理された後、PWMドライバ8に供給し、ピックアップ2内にある図示しないフォーカスクチュエータを制御し、フォーカスサーボループを構成する。

【0067】

同様に、検出回路3の出力から、トラックエラー生成回路9により、プッシュプル法などでトラックエラー信号を生成し、AD変換機10、でデジタル化し、位相補償11、ゲイン回路12でクロック発生回路19の出力するクロック周期でデジタル処理され、PWMドライバ13に供給し、ピックアップ2内にある図示しないトラックアクチュエータを制御し、トラックサーボループを構成する。

【0068】

スピンドル12は、図示しないFG信号に基づいて、スピンドル制御回路16により、コントローラ18の指示する回転数になるようにドライバ17を駆動し、スピンドル制御ループを構成する。

【0069】

本実施例では、フォーカス、トラッキング制御とともに、クロック発生回路19の出力する固定クロック周期のサンプリングにより離散的に制御されている。フォーカスエラー生成回路4、トラックエラー生成回路9の出力が、AD変換機5、10によりその周期でサンプリングされ、位相補償回路6、11に入力される。位相補償回路6、11は、デジタルフィルタで構成され、コントローラ18より設定されたフィルタ定数でフィルタ演算される。また、ゲイン回路7、12も

デジタル的な掛け算器となっており、コントローラ18よりゲインを設定される。ゲイン回路7、12の出力は、PWM信号として出力され、PWMドライバ8、13に出力される。

【0070】

本実施例においても、MCLV方式でディスクの回転制御がなされ、半径方向に、所定トラック数毎にゾーンが分けられて、ゾーン内では一定回転数で制御され、ゾーン間では略線速度一定で制御される。

【0071】

本実施例においても、実施例1と同じように、サーボループゲインは、トラッキングの場合は、回転数に比例して、フォーカスの場合は、回転数の平方根に比例して設定され、コントローラ18は、各ゾーンにおける必要帯域に応じた、位相補償のフィルタ係数テーブル、ゲイン回路のゲインテーブルをもち、ゾーン（回転数）に応じて位相補償回路6、11ゲイン回路7、12に係数を設定する。位相補償回路のフィルタ係数テーブルは、各ゾーンにおける必要帯域で、位相余裕が十分とれるように予め決定しておく。例えば、実施例1での各ゾーンにおける位相補償特性と同じになるようにするのでも良い。実施例1では、ゾーンによってサンプリング周波数が変化したので、位相補償のフィルタ係数は変化させなくてもゾーンによって最適な特性に変化したが、本実施例では、サンプリング周波数がゾーンによらず固定なので、各ゾーンごとに位相補償のフィルタ係数を変化させる必要がある。また、実施例1と同じように、フォーカス、トラッキングのゲインテーブルを共通とすることも可能である。

【0072】

以上のようにして、サンプル周波数を固定した場合でも、どのゾーンでも、必要以上の無駄なサーボループゲインで制御することなく、少ない消費電力で十分な精度で制御が行える。

【0073】

また、本実施例では、MCLV方式を例にあげ、ゾーンによって、サーボループゲインを変える例を示したが、CLV方式でも、MCLV方式のようにゾーンに分け、ゾーンの開始位置での回転数（一番高い回転数）での必要帯域を、各ゾ

ーンのサーボループゲインとして設定することで、同等の効果が得られる。

【0074】

また、MCLV方式において、ゾーン毎にサーボループゲインを設定するのではなく、複数のゾーンを1つのブロックとしてまとめ、そのブロックの中で一番必要サーボループゲインの高いゾーンのサーボループゲインを設定サーボループゲインとすることも可能である。

【0075】

第1および第2の実施例のようにゾーンごとに設定するテーブルを持つのではなく、複数のゾーンのブロック毎にテーブルを持ち、ブロック毎にサーボループゲインを設定する。たとえば、ディスクに10のゾーンを持ち、各ゾーンで略線速度一定となる回転数を設定するディスク装置において、第1のゾーンから第5のゾーンまでを第1のブロック、第6のゾーンから第10のゾーンまでを第2のブロックとする。第1のブロックと第2のブロックとで必要サーボループゲインを設定する。この場合、フィルタ係数、ゲイン設定用のテーブルを少なくでき、コントローラのROM容量を節約できるというメリットがある。

【0076】

(第3の実施例)

実施例1では、定常回転数で回転制御されている場合におけるゲイン調整方法について説明を行ったが、本実施例では、ピックアップがゾーン間で移動する際など回転制御が過渡状態におけるゲイン調整方法について説明を行う。

【0077】

例えば、ゾーン0の回転数が、33.3Hzで、目的のゾーン8の回転数が16.5Hzとすると、ゾーン0からゾーン8への移動する場合は、まず、コントローラ18は、スピンドル制御回路16に回転数16.5Hzで回転するように指示する、次にコントローラ18は、ゲイン回路12内にあるトラッキングサーボループスイッチをオフし、PWMドライバ13への出力をオフする。続いてコントローラ18、図示しないシーク手段によって、ピックアップユニット2をゾーン8の方向に移動する。このとき、スピンドルの回転数は、33.3Hzから16.5Hzへと変化の過渡状態にある。目的のゾーンに達したときは、その時

の回転数が目的ゾーンの定常回転になっているとは限らないので、コントローラ18は、クロック検出回路14の出力を監視し、クロック周波数に応じてゲイン回路12のゲインを設定するとともに、トラッキングサーボループスイッチをオンし、PWMドライバ13への出力をオンしトラッキング制御を開始する。コントローラ18は、スピンドルの回転数が定常状態となるまで、クロック検出回路14を監視し、定期的にクロック周波数に応じてゲイン回路12のゲインを設定する。即ち、本実施例では、回転数の変化に応じたクロック周波数の変化に追従するようにゲイン設定が行われる。

【0078】

本実施例のように、ゲインをいつも位相余裕が十分確保できるような値に設定することで、トラッキング制御オープンループ特性はいつも安定な状態となり、安定したトラッキング制御が実現できる。次にフォーカス制御系の過渡状態での動作について説明する。実施例1でも述べたように、フォーカス制御の必要帯域は、回転数比の平方根に比例するように設定しなければならない。シーク中は、回転数は刻々と変化しているので、回転数の変化に応じて、フィルタ係数、ゲインを設定すればよい。この場合フィルタ係数、ゲインは、回転数にあわせたテーブルをもつか、逐次計算で求めればよい。

【0079】

また、フォーカス制御のフィルタ係数をゾーン0の状態で固定し、回転数に応じて、ゲインのみ回転数比に比例して設定することで、トラッキング制御の場合と同じようにフォーカスサーボループをいつも安定な状態とすることができます。この場合、フォーカス制御に必要な帯域を満たしていない場合があるが、過渡状態であり、記録再生などを行うわけではないので、多少の制御誤差は問題とならない。それよりもフォーカスサーボループが安定していることが重要である。そして、目的ゾーンに達し、そのゾーンの定常回転数になった時点で、フィルタ係数、ゲインを必要帯域になるように変更すればよい。このようにした場合、位相補償回路のフィルタ係数テーブルを過渡的な回転数にあわせて多く持つ必要がなく、ゾーン数分だけ持てばよい。

【0080】

以上のようにして、シーク時などのゾーン変化時においても安定した制御を行うことができる。

【0081】

(第4の実施例)

実施例2では、定常回転数で回転制御されている場合におけるゲイン調整方法について説明を行ったが、本実施例では、ピックアップがゾーン間で移動する際など回転制御が過渡状態におけるゲイン調整方法について説明を行う。

【0082】

例えば、ゾーン0の回転数が、33.3Hzで、目的のゾーン8の回転数が16.5Hzとすると、ゾーン0からゾーン8への移動する場合は、まず、コントローラ18は、スピンドル制御回路16に回転数16.5Hzで回転するように指示する、次にコントローラ18は、ゲイン回路12内にあるトラッキングサーボループスイッチをオフし、PWMドライバ13への出力をオフする。続いてコントローラ18、図示しないシーク手段によって、ピックアップユニット2をゾーン8の方向に移動する。このとき、スピンドルの回転数は33.3Hzから16.5Hzへと変化の過渡状態にある。コントローラは、ゾーン0のフィルタ係数、ゲインに固定したままで、トラッキングサーボループスイッチをオンし、PWMドライバ13への出力をオンしトラッキング制御を開始する。コントローラ18は、スピンドルの回転数が定常状態となるまで、クロック検出回路14を監視し、定常状態になった時点で、目的ゾーンのフィルタ係数、ゲインを設定する。フォーカス制御系の過渡状態での動作についても同様に、過渡状態中は開始ゾーンの設定のままで移動し、定常状態になった時点でそのゾーンのフィルタ係数、ゲインを設定すればよい。以上のようにして、トラッキングサーボループ及びフォーカスサーボループをいつも安定な状態とすることができます。この場合、過渡状態では、トラッキング制御、フォーカス制御に必要な帯域を満たしていない場合が生じる場合もあるが、過渡状態であり、記録再生などを行うのわけではないので、多少の制御誤差は問題とならない。それよりもサーボループが安定していることの方が重要である。目的ゾーンに達し、そのゾーンの定常回転数になった時点で、フィルタ係数、ゲインを必要帯域になるように変更すればよい。この

ようにした場合、位相補償回路のフィルタ係数テーブルを過渡的な回転数にあわせて多く持つ必要がなく、ゾーン数分だけ持てばよい。

【0083】

以上のようにして、シーク時などのゾーン変化時においても安定した制御を行うことができる。

【0084】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光スポットの半径方向位置に応じて、即ち、光ディスクの回転数に応じてトラッキング（フォーカス）サーボ制御系におけるゲイン、フィルタ係数の少なくとも一方を変化させることで、また、アクチュエータに不要な電流が流れないので、不必要的電力を消費せず、アクチュエータの昇温、アクチュエータの発する雑音を低減することが可能になった。

【0085】

また、サンプルサーボディスクを略線速度一定に制御するMCLV方式においては、サーボ偏差を許容範囲内に抑えながら安定した制御を提供することが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による光ディスクのブロック図である。

【図2】

本発明による光ディスクの第二のブロック図である。

【図3】

フィルタ係数を固定して回転数を変化させたときの各部の周波数特性を示す図である。

【図4】

フィルタ係数を固定して回転数を変化させたときのオープンループの周波数特性を示す図である。

【図5】

フィルタ係数を固定して回転数を変化させたときのオープンループの周波数特

性を示す図である。

【図6】

従来の光ディスクのブロック図である。

【図7】

トラッキング外乱の周波数特性を示す図である。

【図8】

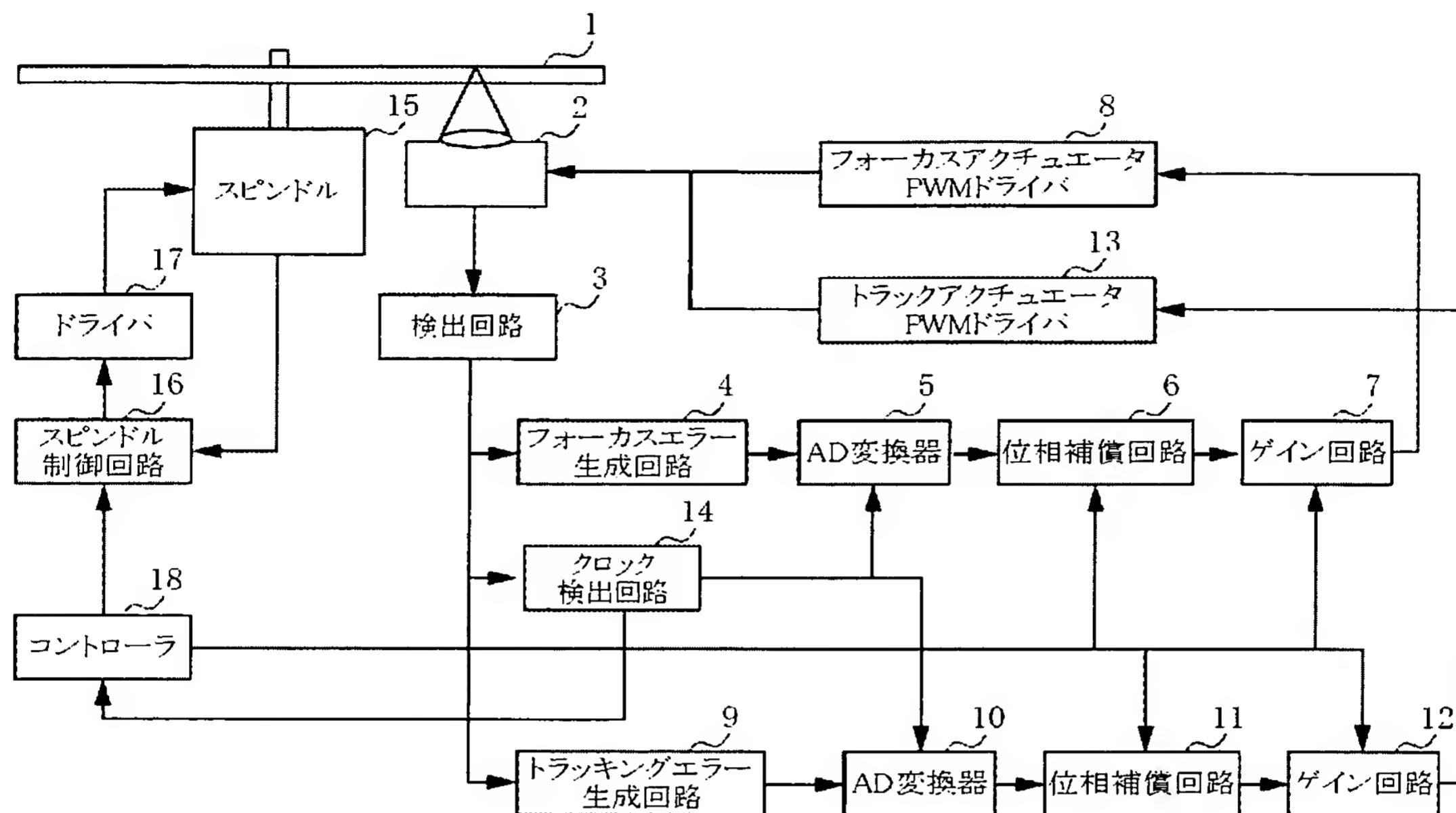
フォーカス外乱の周波数特性を示す図である。

【符号の説明】

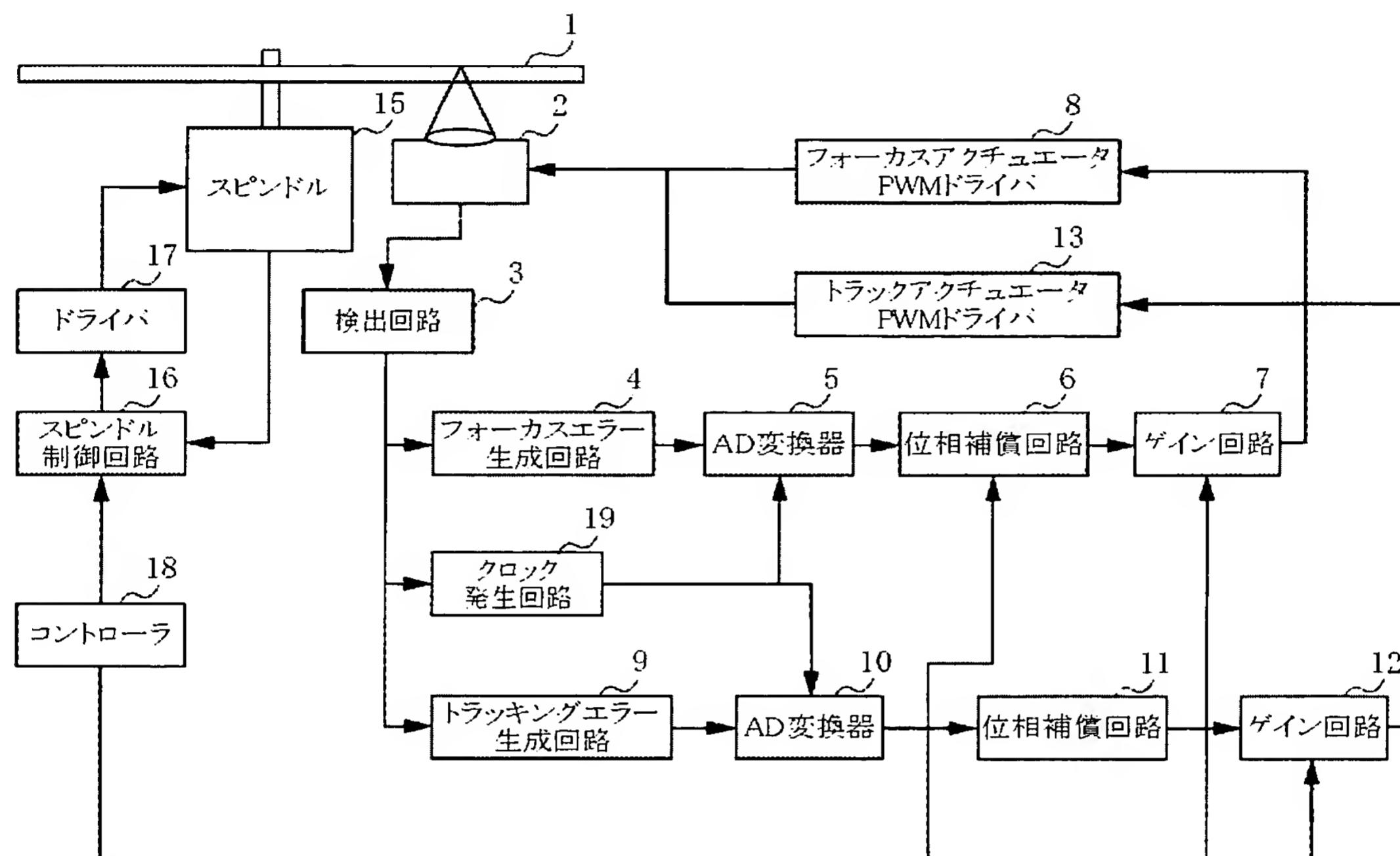
- 1 光ディスク
- 2 ピックアップユニット
- 3 検出回路
- 4 フォーカスエラー検出回路
- 5、10 AD変換機
- 6、11 位相補償回路
- 7、12 ゲイン回路
- 8、13 ドライバ
- 9 トラッキングエラー検出回路
- 14 クロック検出回路
- 15 スピンドル
- 16 スピンドル制御回路
- 17 ドライバ
- 18 コントローラ
- 19 クロック発生回路

【書類名】 図面

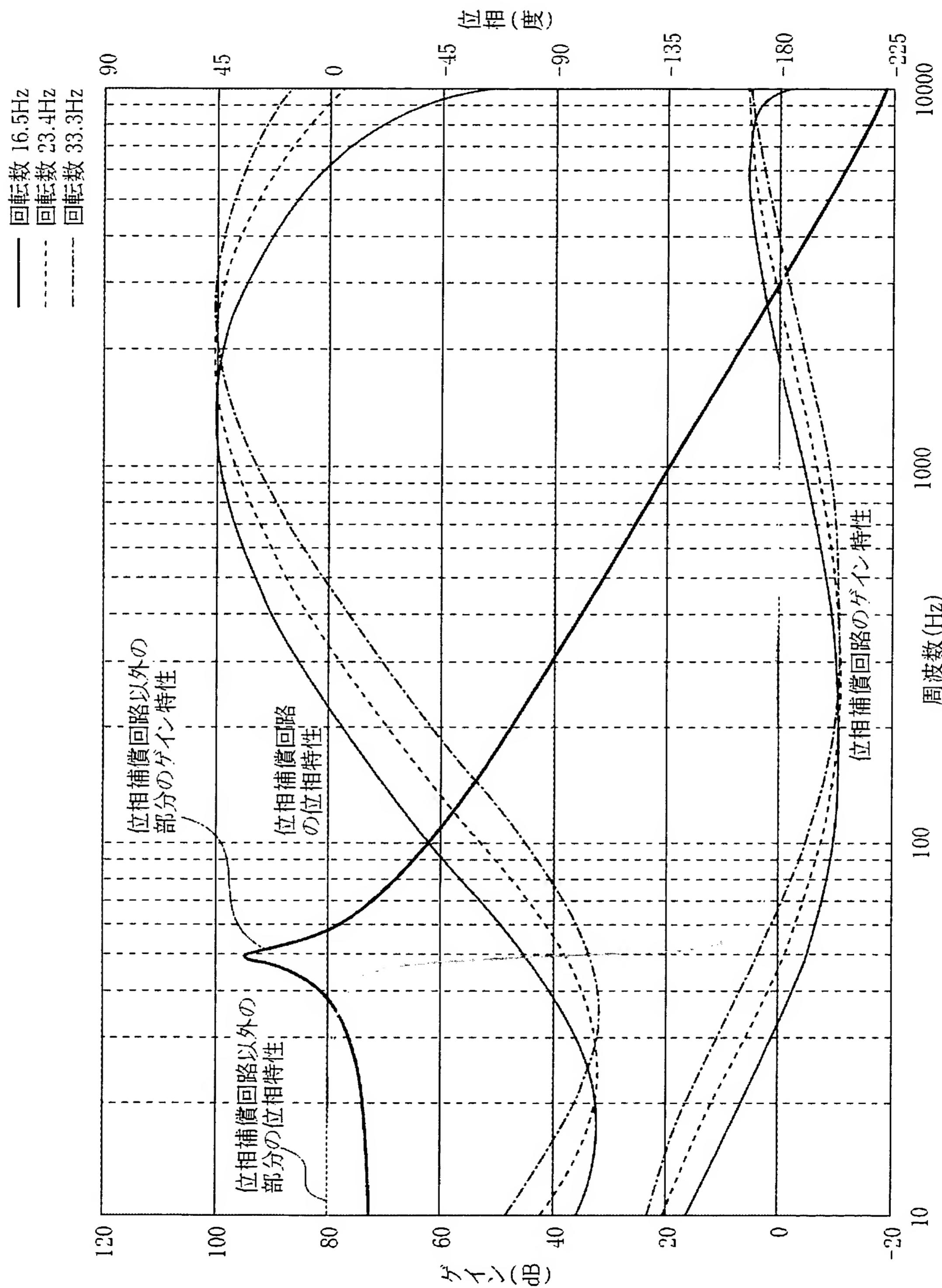
【図 1】



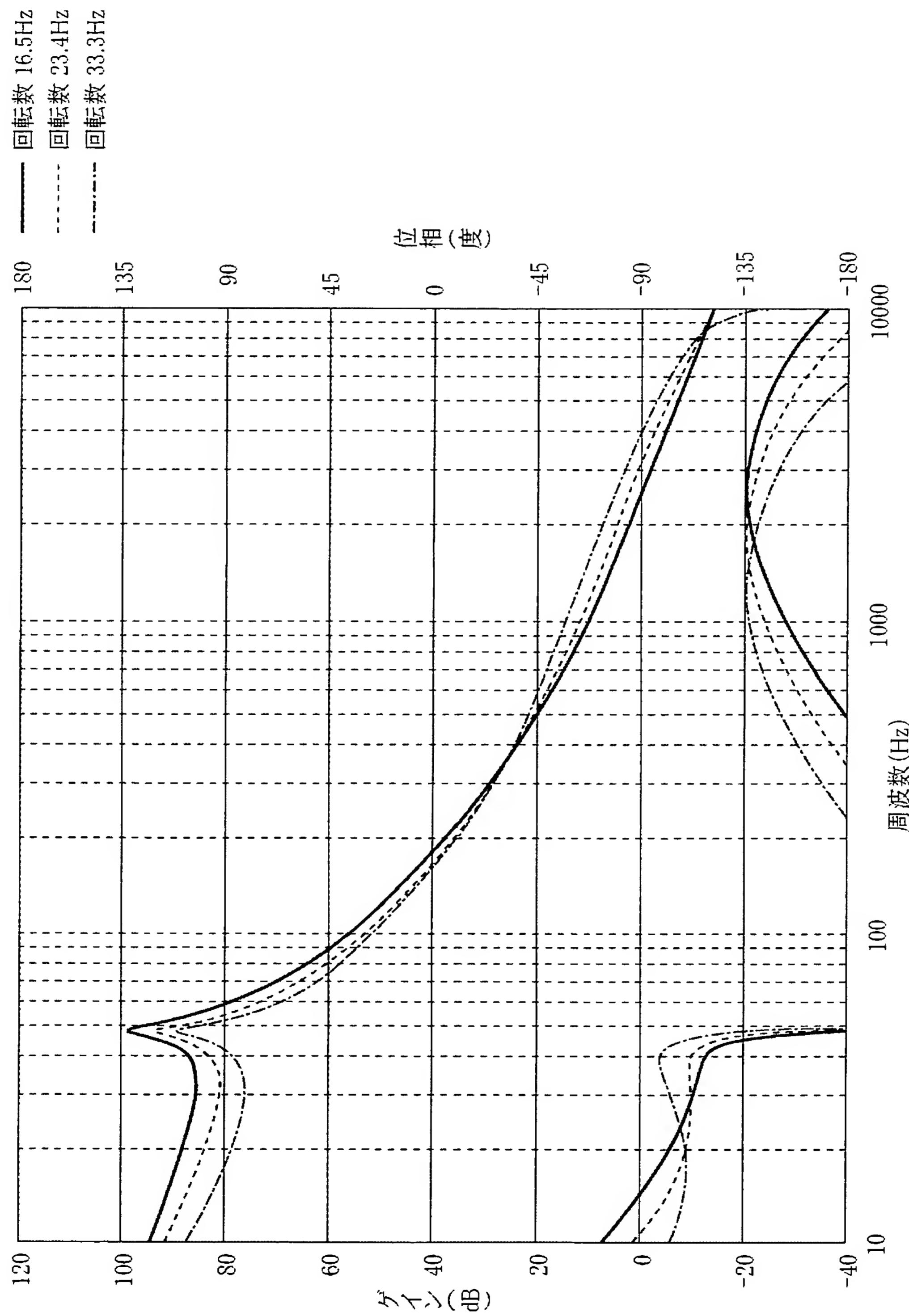
【図2】



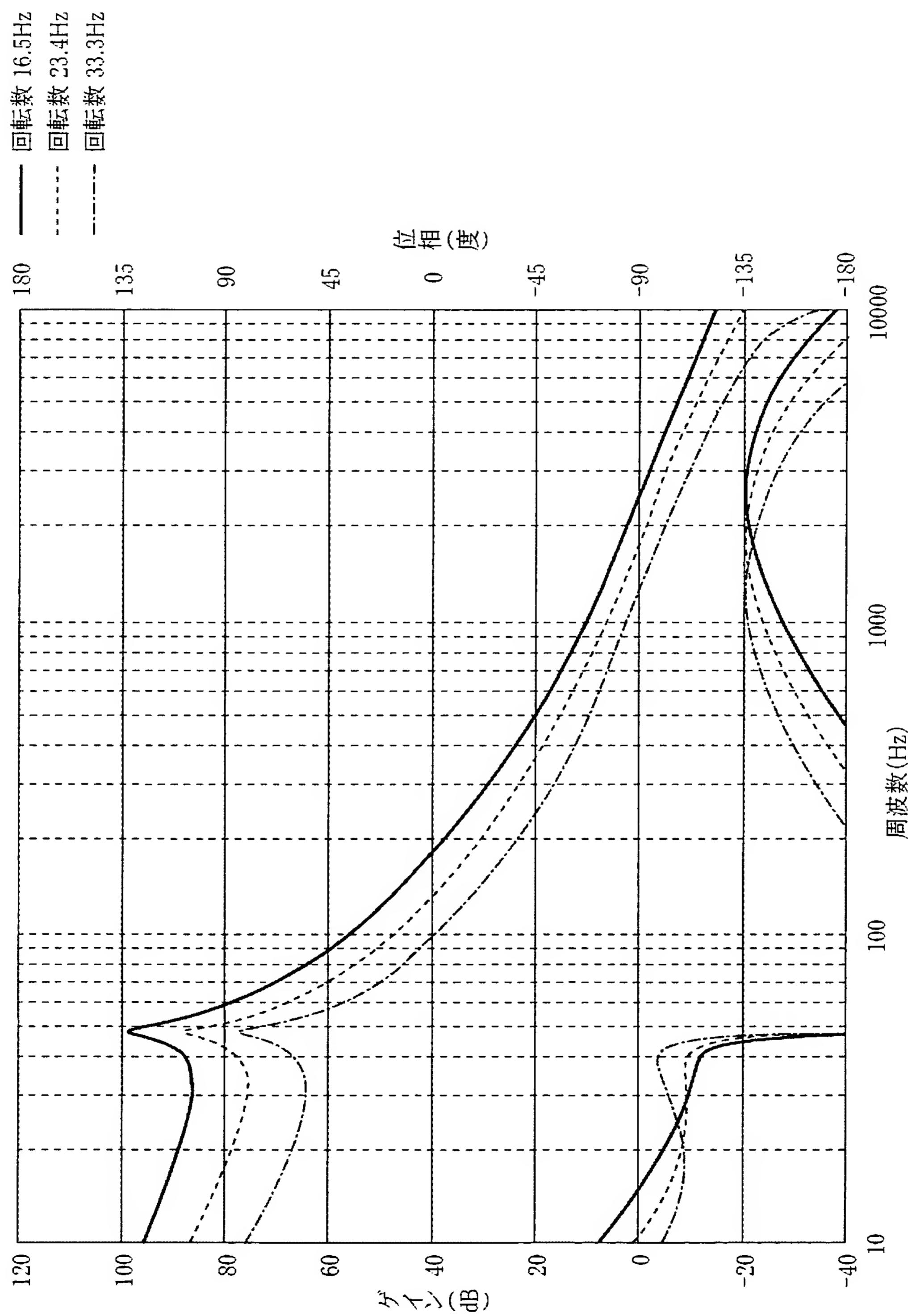
【図3】



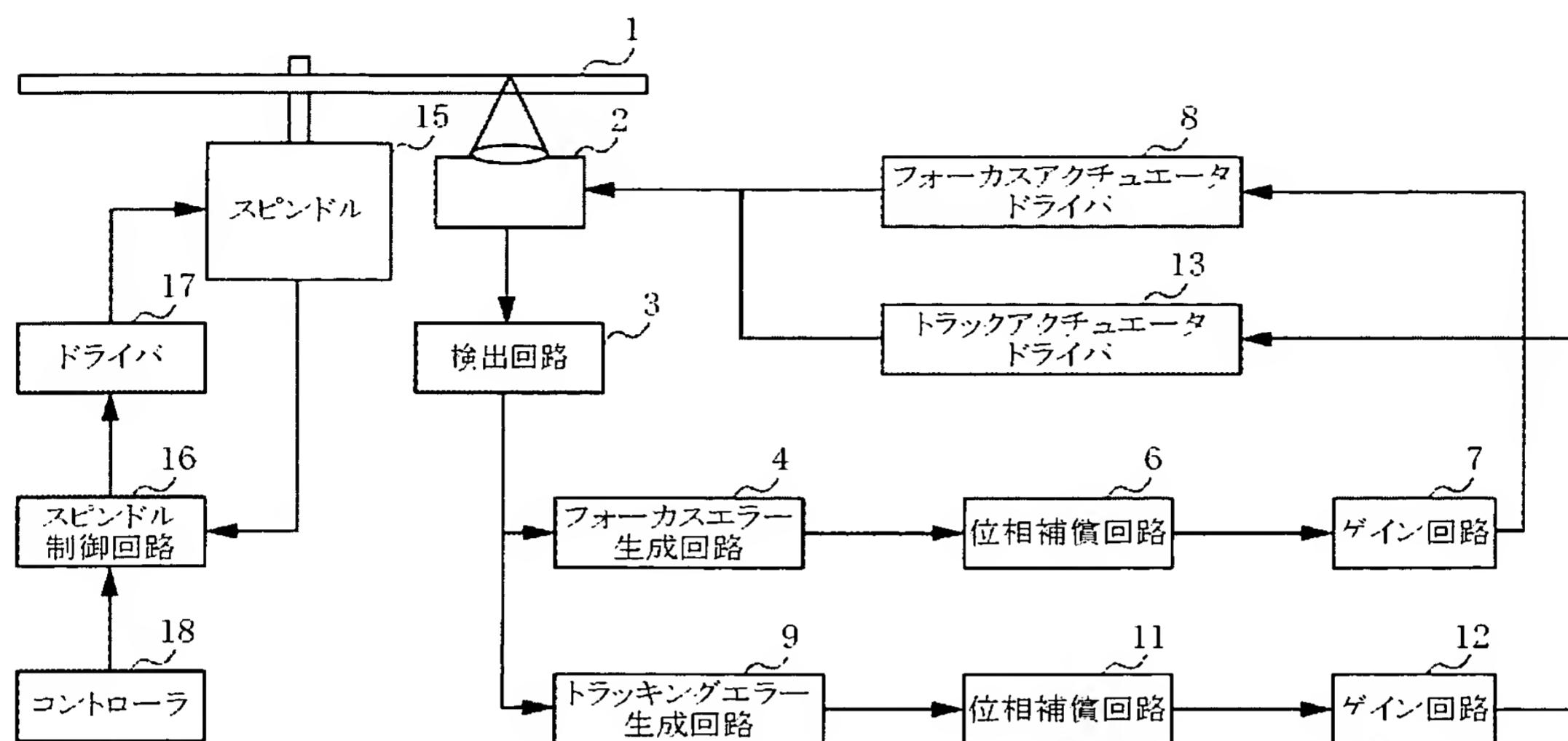
【図4】



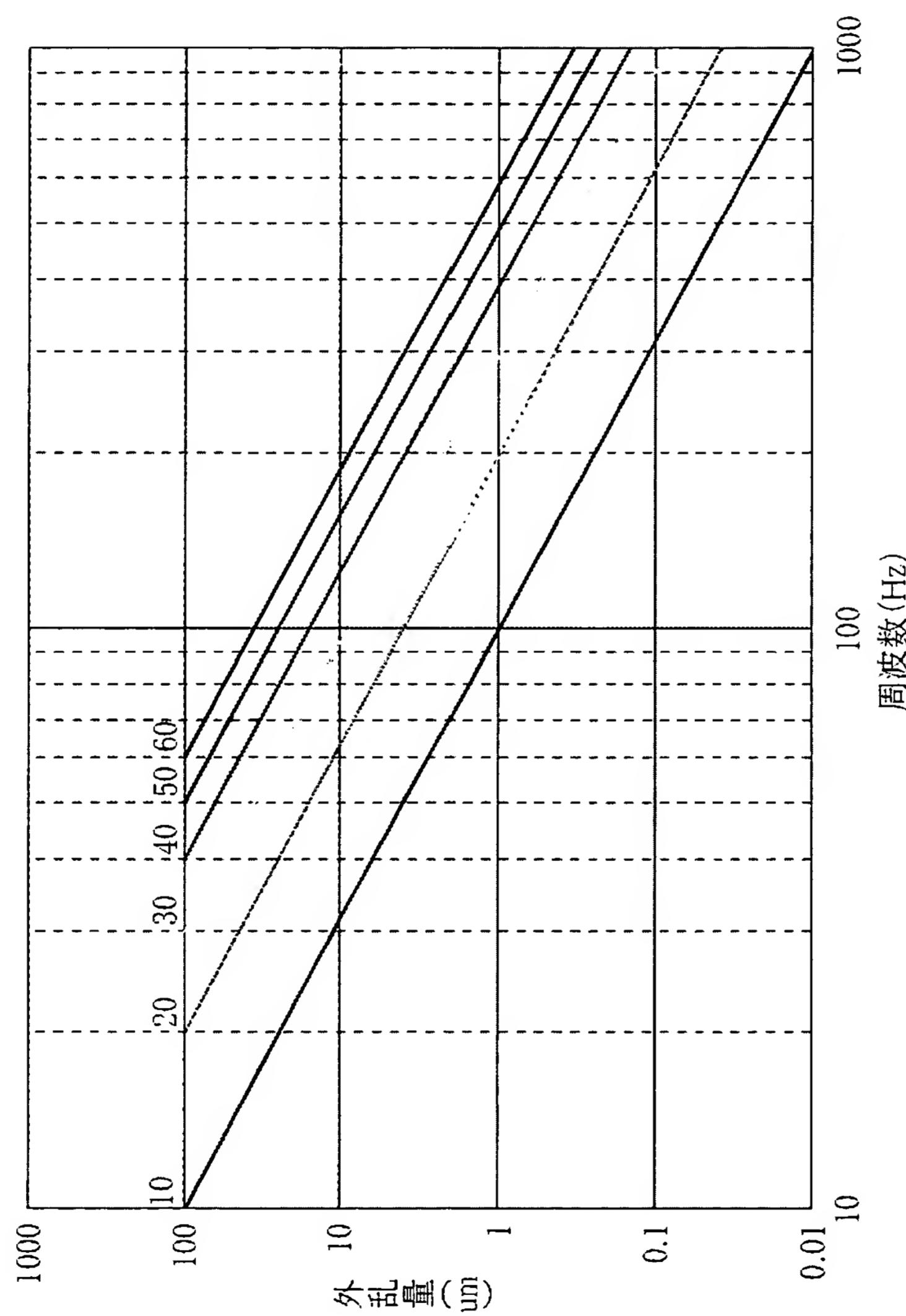
【図 5】



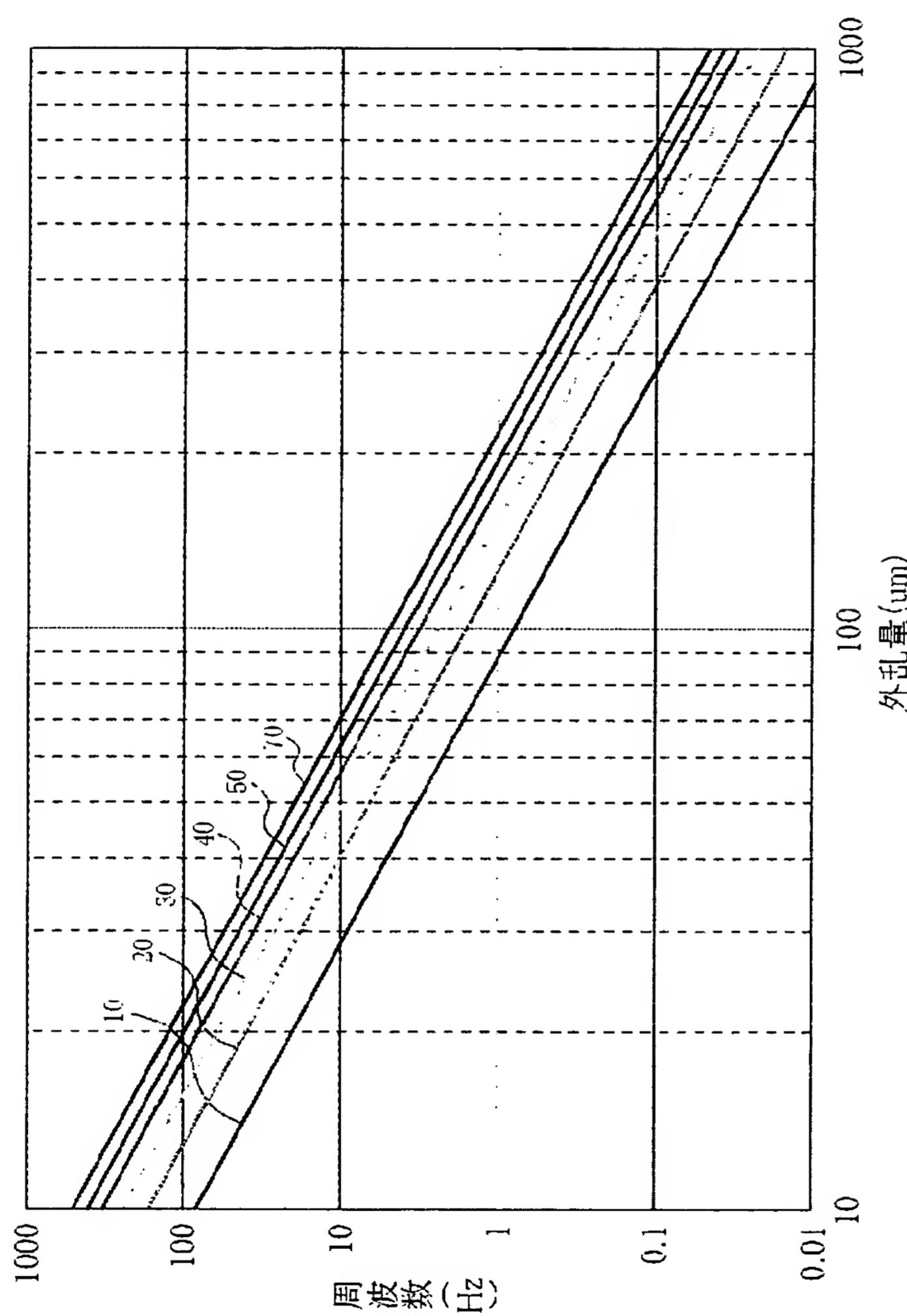
【図 6】



【図7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 CLV或いはMCLV方式の光ディスク装置において、ディスクの内外周においてサーボが不安定になることを防ぐ。

【解決手段】 トランкиングサーボ制御或いはフォーカシングサーボ制御のサーボループゲインを光スポットの半径方向位置、即ち、光ディスクの回転数に応じて調整するよう構成した。

【選択図】 図1

特願2002-211261

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社